

Torsionsversuche an einem Plattenbalken-Deckenabschnitt

Bericht V

zum Forschungsvorhaben

Berücksichtigung der Torsionssteifigkeit von Randbalken

bei Stahlbetondecken

von

AV u. Prof. Dr.-Ing. J. Eibl

und

Dr.-Ing. G. Iványi

Braunschweig, Mai 1973



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines	1
2. Versuchskörper	1
2.1 Bewehrung	2
2.2 Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften des Betons	3
3. Versuchseinrichtung	3
4. Meßeinrichtung	4
5. Durchführung des Versuches	5
6. Meßergebnisse	7
7. Zusammenfassung	7
Tabellen und Bilder	8-21
 Anhang - Meßergebnisse	
Tabellen 1-14	1-7

1. Allgemeines

Im Bericht IV zum Forschungsvorhaben "Berücksichtigung der Torsionssteifigkeit von Randbalken bei Stahlbetondecken" wurden Torsionsversuche beschrieben, die zur Klärung des Tragverhaltens von Plattenbalken im Endauflagerbereich beitragen sollten. Die Auswertung dieser Versuche führte zu sehr befriedigenden Ergebnissen, über die die vom Auftraggeber benannten Gutachter eingehend informiert wurden. Es erschien daher wenig sinnvoll, weitere Versuche an Balkenabschnitten in gleicher oder ähnlicher Anordnung auszuführen. Stattdessen sollten abschließend Versuche an einer wirklichkeitsnahen Konstruktion helfen, der Baupraxis möglichst direkt vergleichbare Ergebnisse zur Verfügung zu stellen.

Die hierfür erforderlichen zusätzlichen Mittel wurden vom Auftraggeber in der Zwischenzeit bewilligt, so daß im folgenden über einen ersten Versuch an einem Deckenabschnitt berichtet werden kann.

Eine zusammenfassende Auswertung aller Versuche - unter Einbeziehung inzwischen veröffentlichter ausländischer Ergebnisse - wird in einem weiteren Bericht erfolgen.

2. Versuchskörper

Bei der Auswahl eines geeigneten Versuchskörpers wurde angestrebt, häufig vorkommende Fälle der Torsionsbeanspruchung im Bereich des Hochbaues, wie sie Bild 1 zeigt, möglichst direkt zu erfassen. Sie sind vielfach durch ein konzentriert eingeleitetes Torsionsmoment in den Randbalken eines aus Plattenbalken bestehenden Deckensystems gekennzeichnet. Da der Fall, bei welchem im Angriffspunkt des Einzeltorsionsmomentes auch ein entlastender Querbalken anschließt, in anderen Untersuchungen bereits hinreichend geklärt ist, wurde für den vorliegenden Versuch ein nicht ausgesteiftes kassettenförmiges Deckenfeld (Bild 2) gewählt. Die Abmessungen des Randbalkens wurden aufgrund der Erfahrungen an den bereits durchgeführten Torsionsversuche, die der Platte mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Kapazität der hydraulischen Pressen festgelegt.

Der in Feldmitte des zu belastenden Randbalkens aufgesetzte "Stummel" diente der Einleitung eines Einzeltorsionsmomentes.

2.1 Bewehrung

Die Bewehrung des Versuchskörpers ist in den Bildern 3-4 dargestellt. Einen Überblick über die fertige Bewehrung gibt Bild 11.

Alle maßgebenden Querschnitte wurden auf Grund einer Vorberechnung mit dem in Bericht III im einzelnen beschriebenen Rechenverfahren bemessen. Ähnlich wie bei allen bisherigen Untersuchungen wurde dabei der Dimensionierung nur die im Versuch aufzubringende Last zugrunde gelegt, d.h. im vorliegenden Fall ein in Feldmitte des Randbalkens angreifendes Einzeltorsionsmoment.

Der Bewehrungsgehalt des tordierten Randbalkens wurde (vgl. auch Bericht IV) gleich dem des Versuchsbalkens VS 8 der Stuttgarter Torsionsversuche (vgl. Versuchsbericht des Otto Graf-Instituts, 1967) gewählt. Lediglich im Bereich der Krafteinleitung wurde ein kurzer Abschnitt mit geringer Torsionsbeanspruchung - das maximale Torsionsmoment tritt nur nach der "Balkentheorie" im Einleitungspunkt auf -, jedoch hohen örtlichen "Kerbspannungen" infolge der Lasteintragung, verstärkt ausgeführt. Ein frühzeitiges Versagen in diesem Bereich sollte vermieden werden.

Die Bewehrung der Deckenplatte erfolgte mit Baustahlgewebe, um eine möglichst gute Angleichung an die Ausführungen im Hochbau zu erreichen. Aus diesem Grunde wurde auch auf Bügel mit Abbiegung in die Platte verzichtet und nur die Baustahlgewebematten bis Außenkante Randbalken geführt. Abweichend von der üblichen Anordnung wurden im Bereich der Krafteinleitung Bewehrungsstäbe unter 45° in der Plattenmittelfläche angeordnet (vgl. Pos. 6 in Bild 3), die vorzeitige klaffende Risse am Anschluß zwischen Platte und Balken verhindern sollten.

Da normale Mattenstöße bei der zur Verfügung stehenden geringen Plattendicke die Nutzhöhe entscheidend verringert hätten, wurden die Querstäbe in diesen Bereichen aufgeschnitten und die zu stoßenden Matten ineinander geschoben (vgl. Bild 3). Die statisch zusätzlich erforderliche Querbewehrung wurde in Form von Zuglagen angeordnet. Der Aufwand für Sondermatten, der es erlaubt hätte, solche Stöße zu vermeiden, erschien nicht vertretbar.

Die Festigkeitseigenschaften des verwendeten Bewehrungsstahles wurden geprüft; die entsprechenden Ergebnisse enthält Tabelle 3.

2.2 Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften des Betons

Angestrebt wurde ein Beton der Güte Bn 350. Der Zementgehalt betrug 300 kg/m^3 bei einem Wasserzementfaktor von $w/z = 0,6$. Die Sieblinie des verwendeten örtlichen Zuschlagstoffes mit weiteren Angaben (vgl. Tabelle 1 und 2) ist auf Seite 12 dargestellt. Das Größtkorn des Zuschlages wurde auf 15 mm begrenzt.

Die Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen - die Probekörper wurden zum Teil nach DIN 1048, zum Teil wie der Versuchskörper gelagert - sind in Tabelle 4 wiedergegeben. Der niedrige E-Modul des Versuchsbetons erklärt sich aus dem hohen Feinkornanteil des Zuschlages.

3. Versuchseinrichtung

Wie bei allen bisherigen Versuchen sollte der Randbalken auch hier nur auf Torsion beansprucht werden. Die Lasteinleitung erfolgte dabei nach dem im Bericht IV beschriebenen Prinzip durch exzentrisches Belasten einer Stahlkonsole mittels hydraulischer Presse. Eine gleichzeitige Querkrafteinleitung wurde durch Anordnung eines Torsionskipplagers im Lastquerschnitt ausgeschlossen.

Die so konzipierte Versuchseinrichtung mit entsprechenden Maßnahmen gegen ein Abheben der der "Lastseite" gegenüberliegenden Lager zeigt Bild 5. Der Versuchskörper wurde an diesen Stellen mit einfachen Schalungsankern, die durch den Querträger im Hüllrohr geführt wurden am Auflagerblock befestigt. Die Lagerung erfolgte auf der belasteten Seite über ein Kugel- bzw. Rollenlager und auf der abgespannten Seite über Gumba-Lager.

Bei der Wahl des Hebelarmes zur Einleitung des Torsionsmomentes war zwischen zwei sich widersprechenden Forderungen abzuwägen. Zur Vermeidung örtlich hoher Beanspruchungen an der Lastangriffsstelle wäre ein größerer Hebelarm vorteilhaft gewesen, während die daraus resultierenden großen Verformungen bei höheren Laststufen infolge stark abnehmender Torsionssteifigkeit ein Instabilwerden der hydraulischen Presse erwarten ließen. Maßgebend war bei der Festlegung des in Bild 5 angegebenen Hebelarmes der zuletzt genannte Effekt, wobei der größtmögliche Verformungsweg durch Vorgabe entgegengesetzter Neigung der Kugelkalotten an der hydraulischen Presse verdoppelt wurde.

Einen Überblick über die Lasteintragungskonstruktion vermittelt u.a. Bild 12.

4. Meßeinrichtung

Im Gegensatz zu den bisherigen Versuchen wurden außer den Verformungen und Dehnungen an der Betonoberfläche auch die Stahldehnungen der Längsstäbe und Bügel mit Dehnmeßstreifen und Setzdehnungsmessern gemessen. Die Anordnung der Meßstellen ist aus den Bildern 6 - 10 zu ersehen.

Die Horizontalverschiebungen an UK Randbalken wurden zur Ermittlung der Verdrehungen (vgl. Bild 6) registriert. Um Starrkörperverschiebungen des Gesamtsystems infolge einer Schiefstellung der Lastein-

tragungskonstruktion oder Zwängung ermitteln zu können, wurden außerdem die Horizontalverschiebungen an allen Eckpunkten des Versuchskörpers beobachtet.

Für einen besseren Vergleich der gemessenen Verformungsgrößen mit den rechnerisch zu ermittelnden wurden auch die Deformationen der Platte mit Meßuhren registriert. Die Auswahl der Meßpunkte erfolgte nach Vorberechnungen, bei welchen eine allmähliche Verschiebung des Ortes der maximalen Durchbiegungen infolge verminderter Steifigkeiten von Platte und Balken berücksichtigt wurde. Vorsorglich wurde in Feldmitte die Verschiebung der Plattenober- und -unterseite relativ zur Prüffelddecke und zum Kellerfußboden gemessen, um eine Durchsenkung des mit Fugen aufgeteilten Kellerfußbodens infolge direkter Belastung über das Torsionslager zu eliminieren. Wie aus den Ergebnissen ersichtlich, ergab sich jedoch hieraus keine nennenswerte Beeinflussung.

Die Dehnmessungen an der Bewehrung des Randbalkens wurden auf zwei Bereiche konzentriert (Bild 8): auf den Auflagerbereich, um dort eine mögliche Auswirkung der Horizontaleinspannung des Randbalkens zu erfassen und auf den Bereich der maximalen Torsionsbeanspruchung in der Nähe der Lasteinleitungsstelle. Zur Kontrolle wurden die Dehnungen sowohl mit Meßstreifen als auch mit Setzdehnungsmessern der Meßlänge 10 cm registriert.

Das Ablesen der Dehnmeßstellen erfolgte über eine automatische Meßanlage mit einer Schrittgeschwindigkeit von $\sim 1,5$ sec/Meßstelle.

Einen Überblick über die Meßanordnung vermittelt Bild 13.

5. Durchführung des Versuches

Die Versuchsdurchführung erstreckte sich über zwei aufeinanderfolgende Tage. Die Belastungsgeschichte ist aus dem in Bild 14 dargestellten Diagramm zu ersehen.

Bis zur Laststufe 10 erfolgte die Steigerung der Pressenkraft in Schritten von je 1000 kp, was einem äußeren Torsionsmoment von 0,4 Mpm/Laststufe entspricht. Von Laststufe 10 ab wurde die Belastung auf 1,0 Mpm/Stufe (2500 kp) erhöht und bis zum Erreichen des Bruchzustandes beibehalten.

Die durchschnittliche Dauer einer Laststufe betrug anfangs ~ 20 Min., später, nach dem Auftreten von Rissen, ~ 40 Min. Die automatische Ablesung aller Dehnmeßstellen erfolgte in jeder Laststufe zweimal 3 Minuten nach Lasteintragung und unmittelbar vor der nächsten Lasterhöhung. Den Zeitbedarf zwischen den einzelnen Laststeigerungen bestimmte anfangs das Ablesen der Setzdehnungsmesser, bei höheren Laststufen die Aufnahme der Risse.

Erste Risse wurden bei Laststufe 9 beobachtet. Sie traten gleichzeitig in der Nähe des Querträgers sowie an der Stelle der rechnerisch maximalen Torsionsbeanspruchung symmetrisch und an beiden Balkenseitenflächen auf. Im Bereich der horizontalen Einspannung war deutlich eine Abweichung der sonst unter 45° verlaufenden Risse zur Lotrechten hin festzustellen. Weitere Risse am Balken, die sich bei fortschreitender Belastung lediglich verlängerten, traten fast nur bei den unmittelbar folgenden Laststufen 10 - 12 auf. Erst mit beginnendem Bruch nach Laststufe 15 kam es zu einer starken neuen Rißbildung. Die Außen- und Innenseite des Randbalkens zu diesem Zeitpunkt zeigt Bild 15, in dem die Bruchrisse durch dickere Linien gekennzeichnet sind. Einen vergrößerten Ausschnitt der symmetrisch zur Lasteintragung liegenden Bruchquerschnitte zeigen die Bilder 16 und 17.

Rißbildungen in der Gurtplatte wurden erst 2 - 3 Laststufen später als am Balken beobachtet (Laststufe 11 - 12). Die meisten Risse traten bei Laststufe 14 an beiden Plattenoberflächen auf. Sie verliefen am Plattenrand im allgemeinen mit geringer Neigung gegen die Balkenachse; im Bereich der Lasteintragung rechtwinkelig und un-

mittelbar vor dem Bruch auch parallel dazu. Das Rißbild nach Erreichen der Höchstlast ist aus Bild 18 zu ersehen.

Messungen der Rißbreiten wurden von Laststufe 10 ab an 6 Stellen vorgenommen, die der Skizze (Tabelle 5) zu entnehmen sind. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Am Ende des ersten Versuchstages nach Erreichen der Laststufe 14 wurde das Modell entlastet und der Versuch am nächsten Tag nach zwei weiteren Laststeigerungen beendet. Die letzten Messungen wurden bei Laststufe 15 durchgeführt. Danach mußten alle Meßeinrichtungen abgebaut werden, da sich der unmittelbar bevorstehende Bruch durch schnelle Zunahme der Verformungen ankündigte. Laststufe 16 konnte nicht mehr erreicht werden; der Bruch trat bei 24,2 Mp, d.h. bei einem äußeren Torsionsmoment von 9,8 Mpm ein.

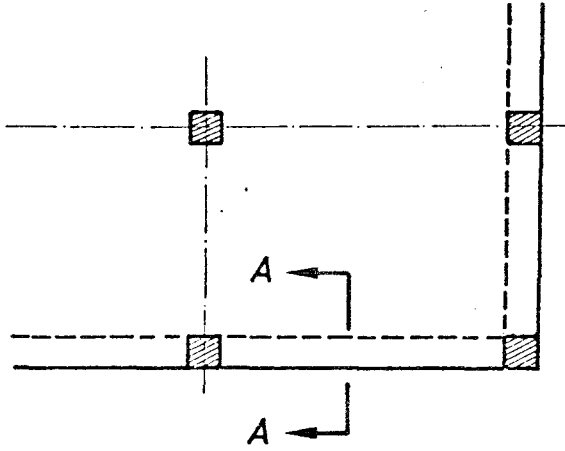
6. Meßergebnisse

Alle Meßergebnisse - es handelt sich dabei i.a. um noch nicht ausgeglichenen Werte - wurden tabellarisch im Anhang zu diesem Bericht zusammengestellt.

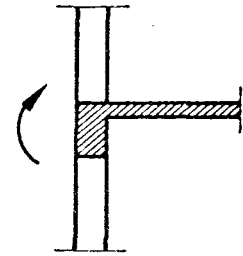
7. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt Aufbau und Ablauf eines Torsionsversuches an einem "Hochbau-Deckenabschnitt". Die Auswertung der gewonnenen Meßwerte wird für alle bisher durchgeführten Versuche gemeinsam in einem weiteren Bericht erfolgen.

Grundriß

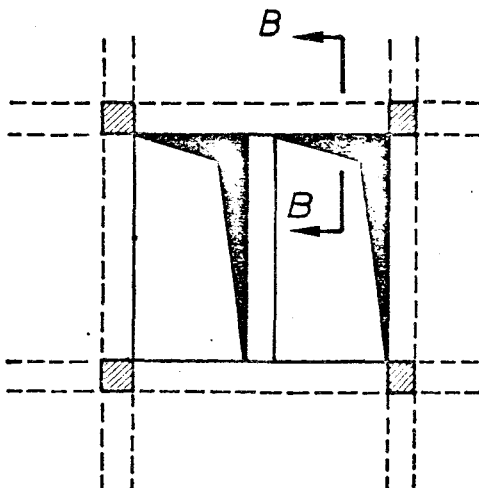


Schnitt A - A



Flachdecke

Grundriß



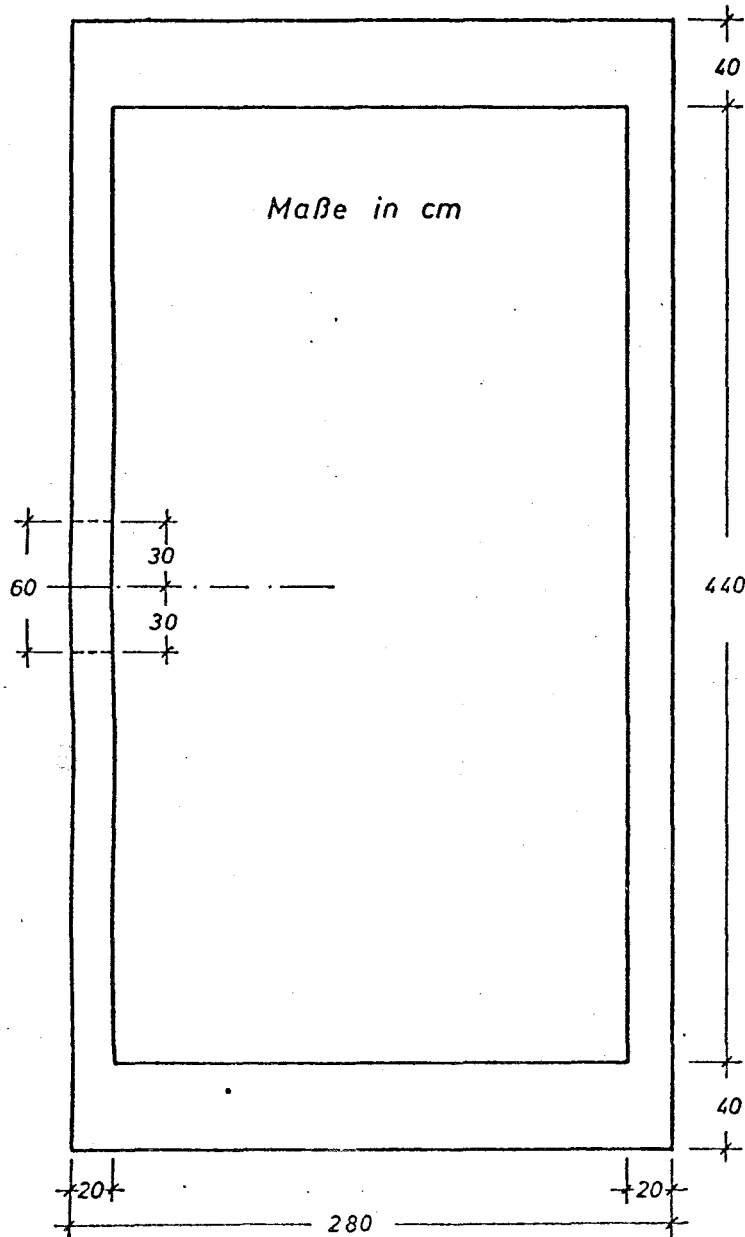
Schnitt B - B



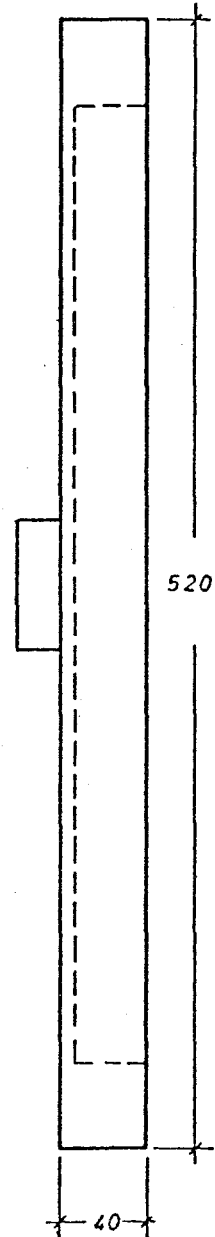
Durchbruch im Deckenfeld

Bild 1

Untersicht



Längsansicht



Querschnitt

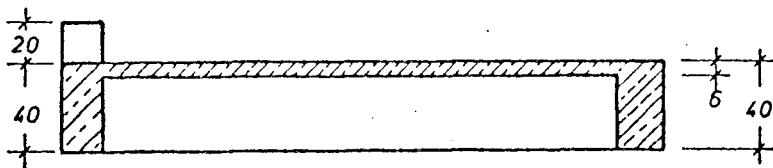
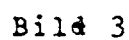
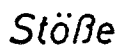
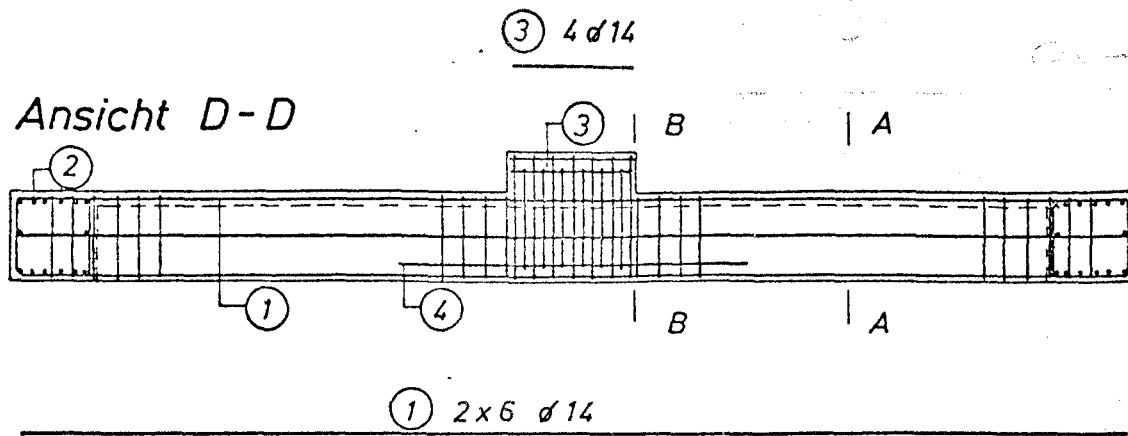
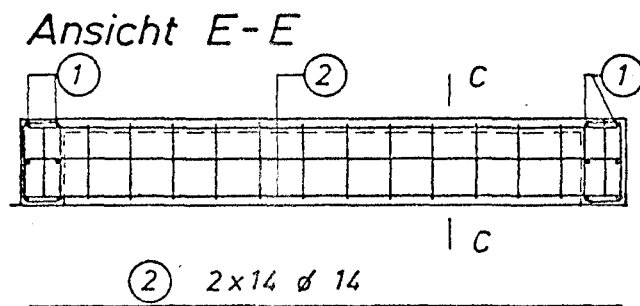


Bild 2

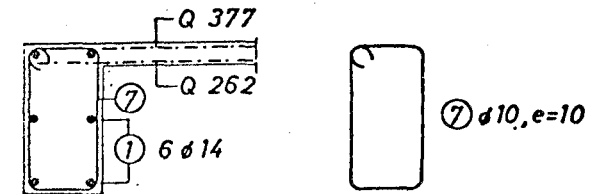




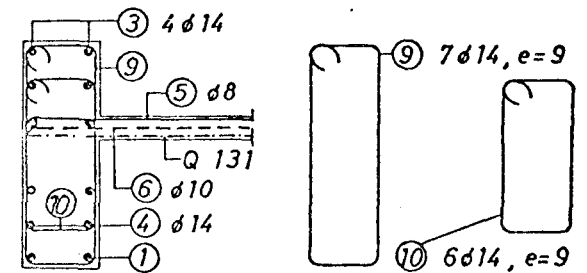
(4) 2 ∅ 14



Schnitt A-A



Schnitt B-B



Schnitt C-C

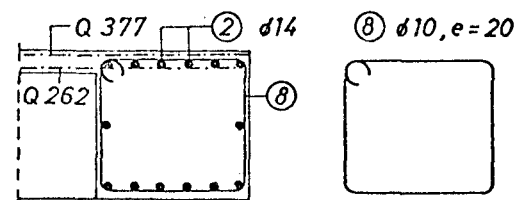


Bild 4

Tabelle 1

Anteile in Gew.-% der einzelnen Korngruppen

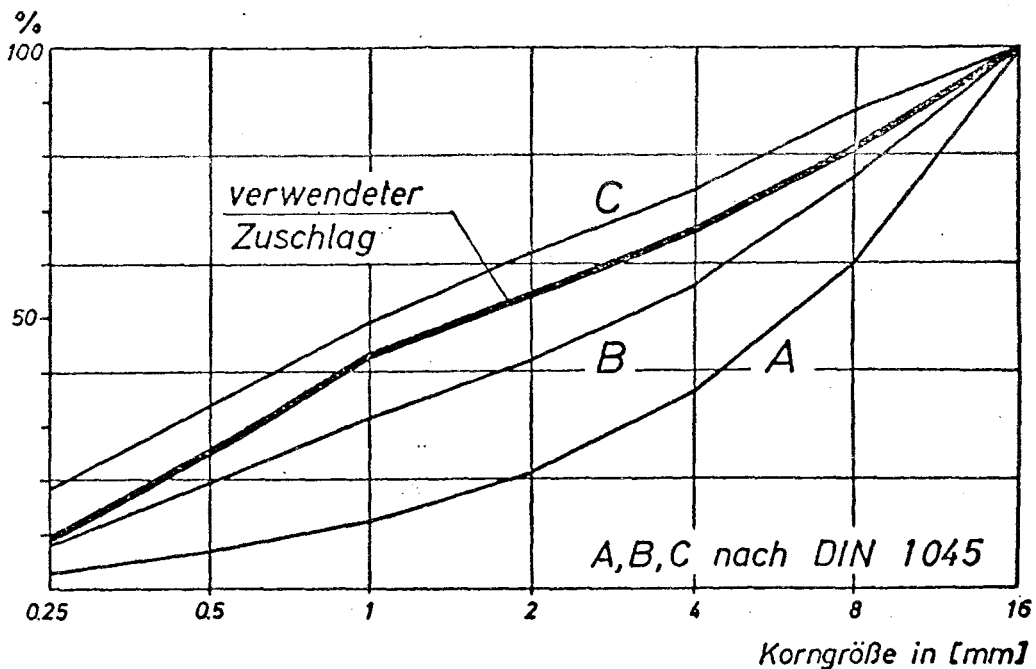
	0/0,25	0,25/0,5	0,5/1	1/2	2/4	4/8	8/16	16/31,5
Korngruppe 0/1	41,2	50,2	7,5	0,7	0,2	0,2		
Korngruppe 0/3	16,0	28,3	34,3	18,2	3,0	0,1	0,1	
Korngruppe 7/15	0,6	0,1	0,1	0,3	0,9	24,2	73,1	0,7

Tabelle 2.

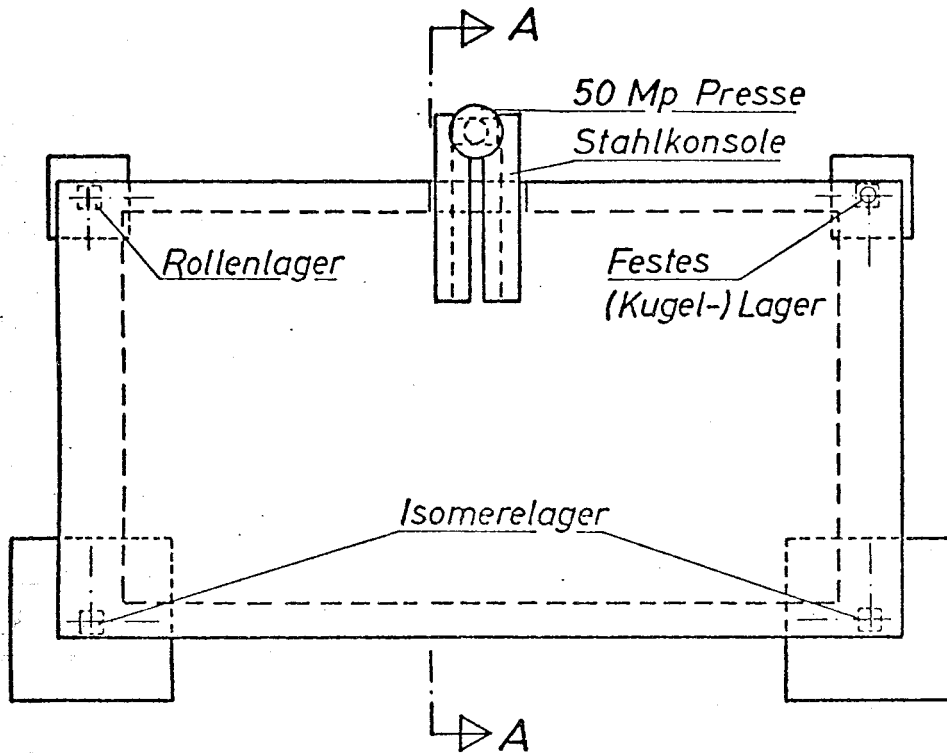
Anteile in Gew.-% des Gemisches

	%	0/0,25	0,25/0,5	0,5/1	1/2	2/4	4/8	8/16	16/31,5
Korngruppe 0/1	2	0,82	1,00	0,15	0,01				
Korngruppe 0/3	51	8,16	14,43	17,49	9,28	1,53	0,05	0,05	
Korngruppe 3/7	22	0,13	0,09	0,37	1,52	10,41	9,28	0,20	
Korngruppe 7/15	25	0,15	0,03	0,03	0,08	0,23	6,05	18,28	0,18
	100	9,26	15,55	18,04	10,89	12,17	15,38	18,53	0,18

Sieblinie des Zuschlags



Draufsicht



Schnitt A - A

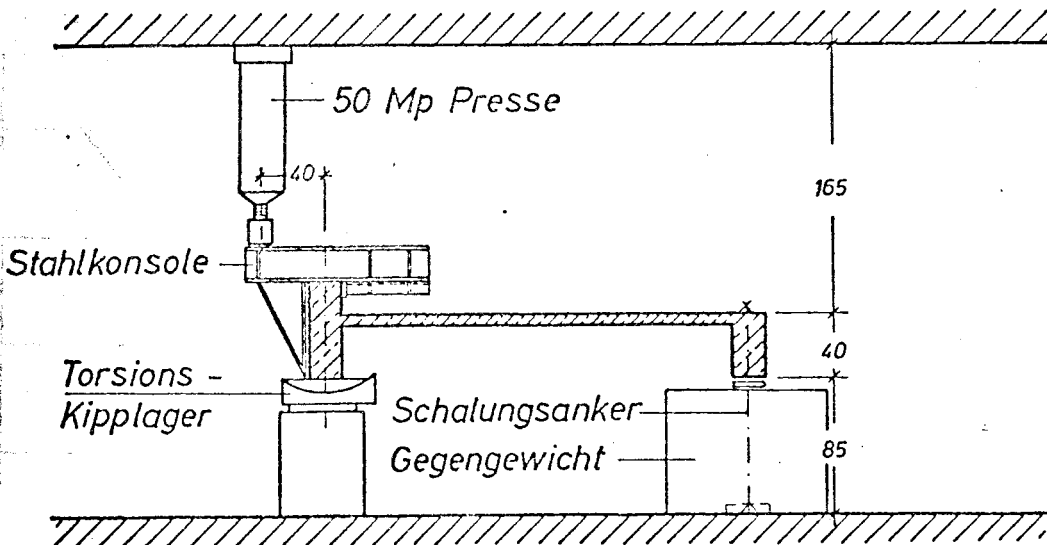


Bild 5

Anordnung der Meßstellen

Verschiebungen

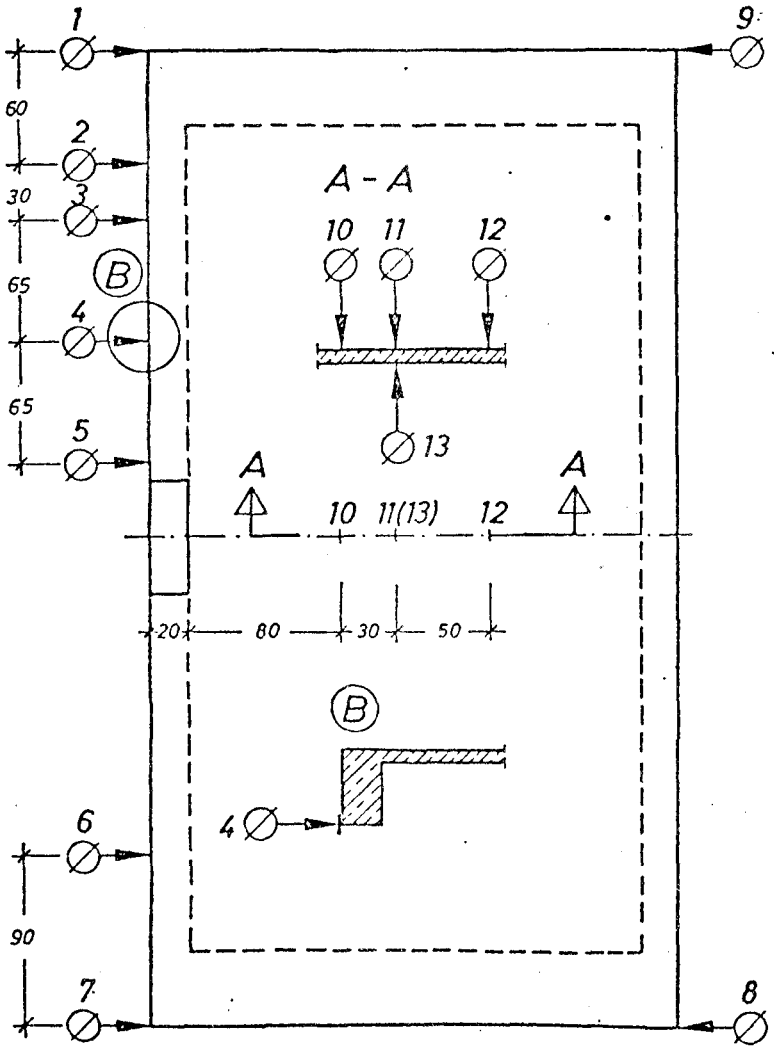


Bild 6

Dehnungen

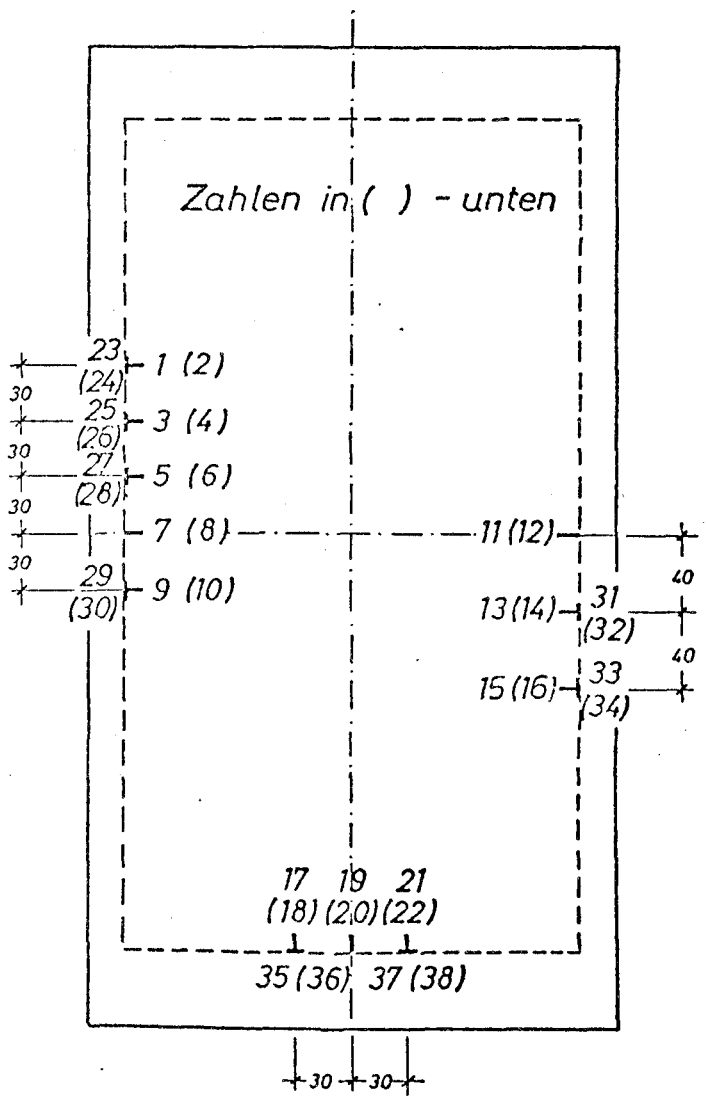


Bild 7

Anordnung der Meßstellen am Bewehrungskorb

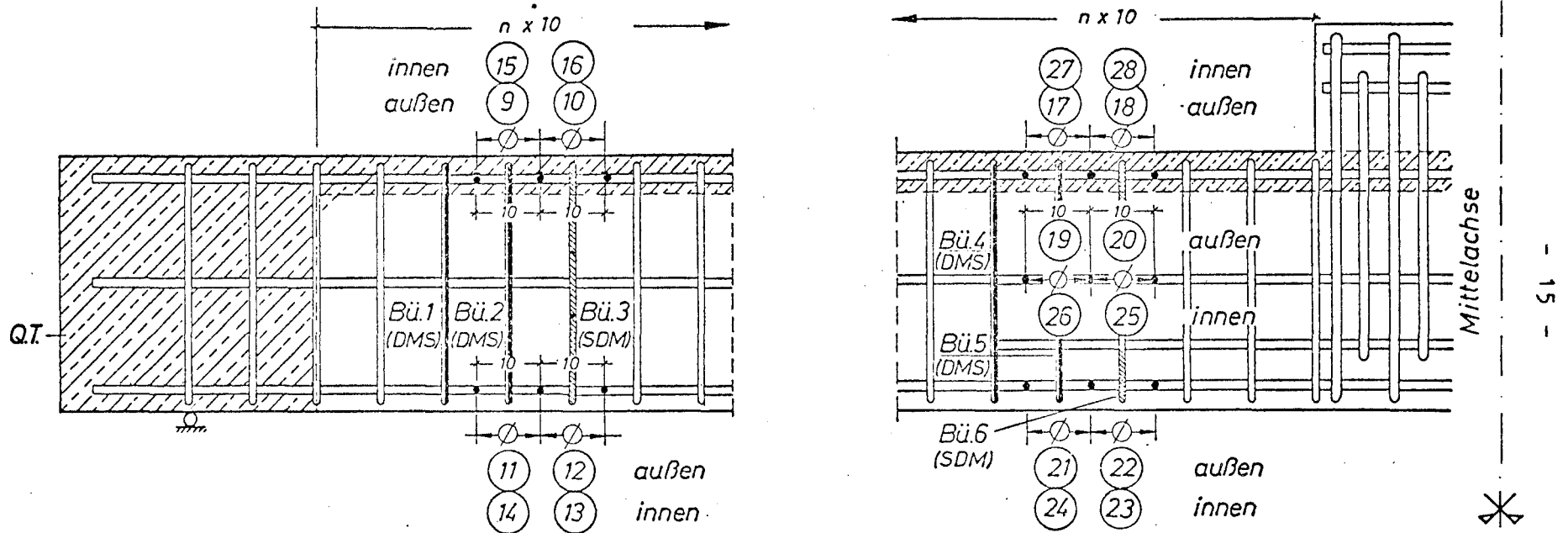


Bild 8

Meßstellen an den Bügeln

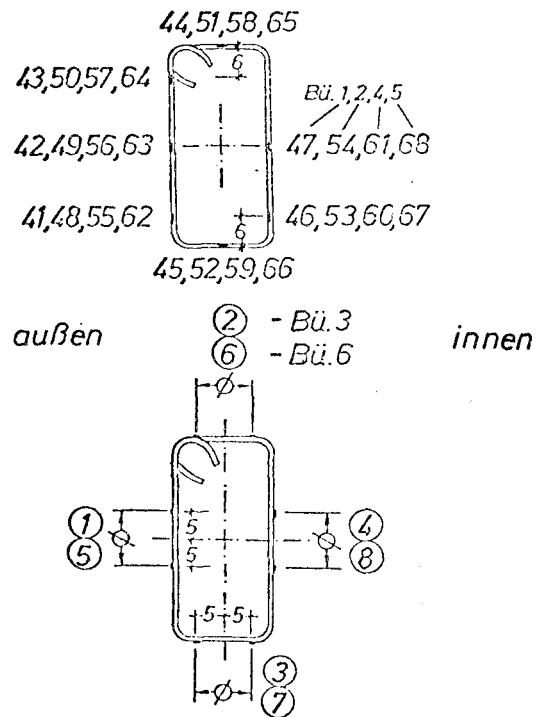
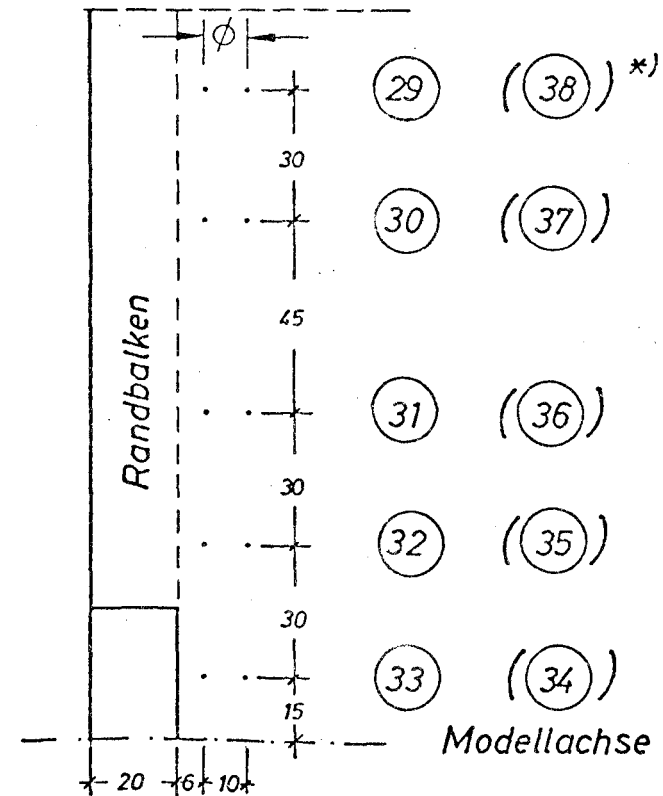


Bild 9

Setzdehnungsmessung an der Gurtplatte



*) Meßstellen symmetrisch zur Modellachse

Bild 10

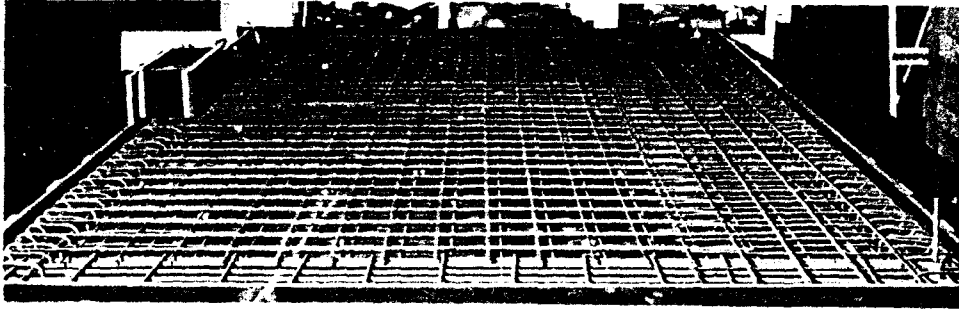


Bild 11

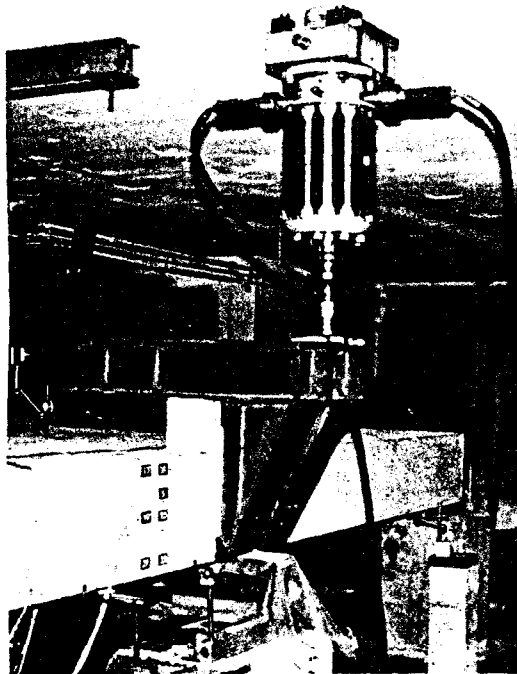


Bild 12

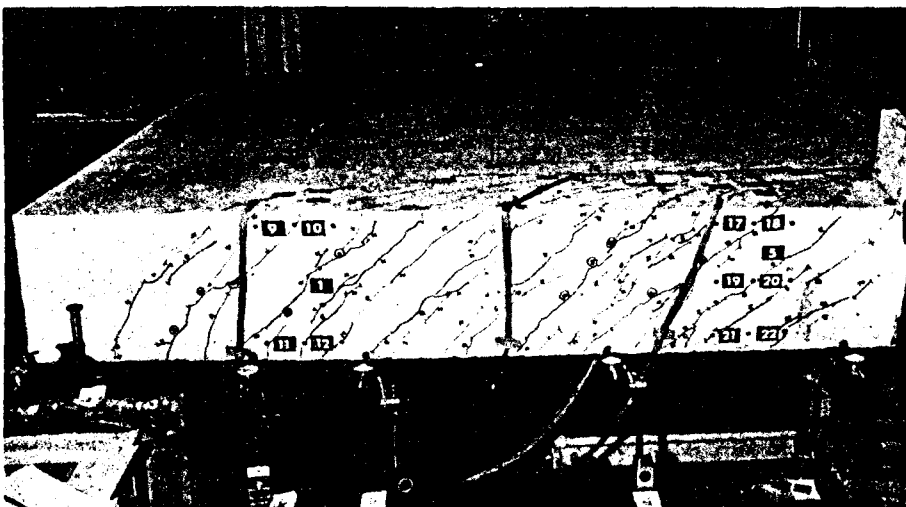


Bild 13

Tabelle 3

ϕ mm	Streckgrenze kp/cm ²	Zugfestigkeit kp/cm ²
8,5 (Q 3TT)	5650	6270
10	5290	7060
14	4880	7860

Tabelle 4

Versuchskörper		Alter	Festigkeit						E-Modul	
Herstellung	Prüfung		Würfel-			Prismen-		Biegezug-		Spaltsug-
			7 Tage	28 Tage	Versuch	28 Tage	Versuch			
14.12.72			302	419		333				
	17.1.73	34			428			47	16,6	
	19.1.73	36					339		287.000	
	22.3.73	98							272.000	

+) Bohrkern

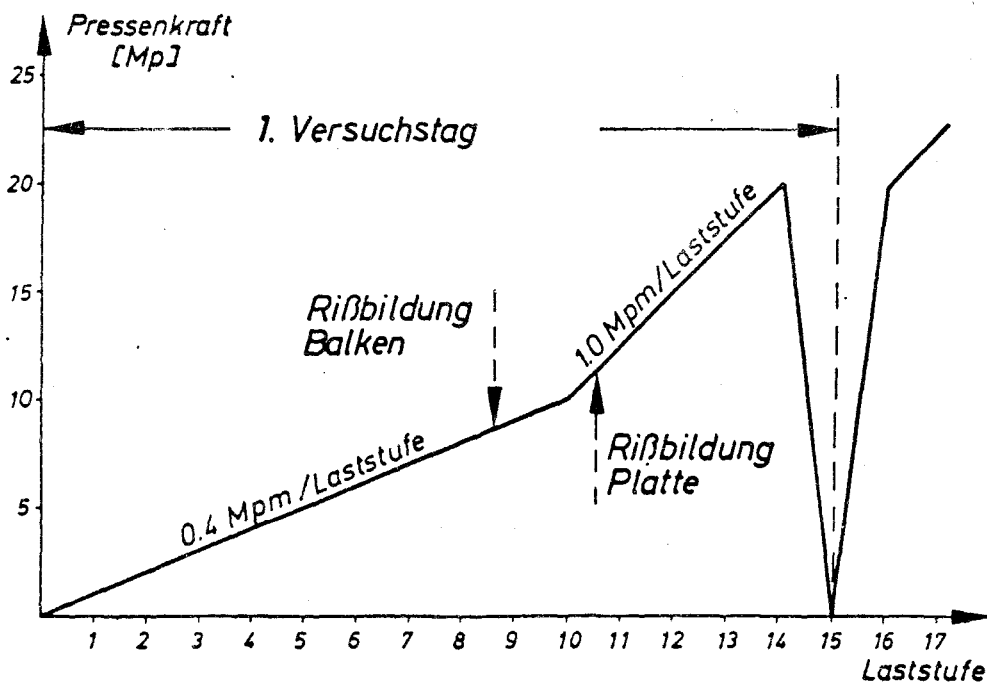
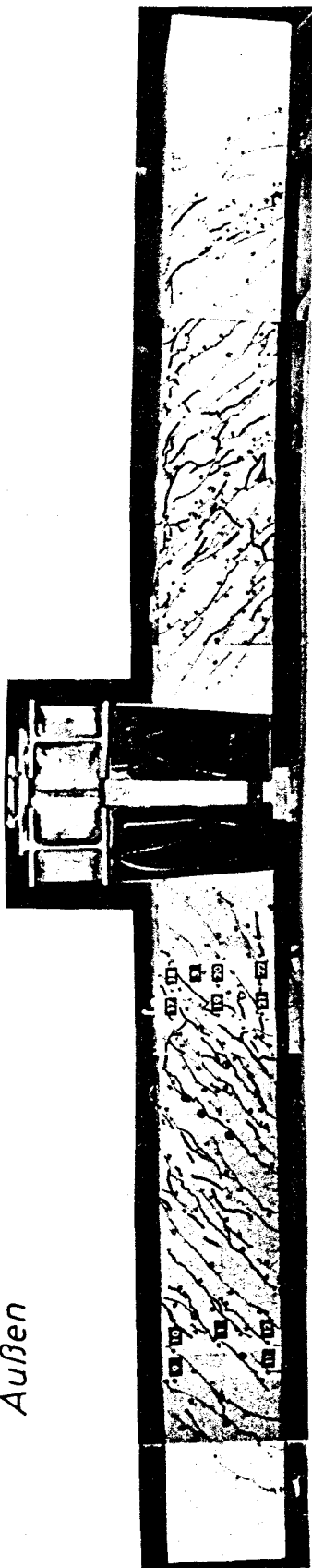


Bild 14

Außen



Innen



Bild 15

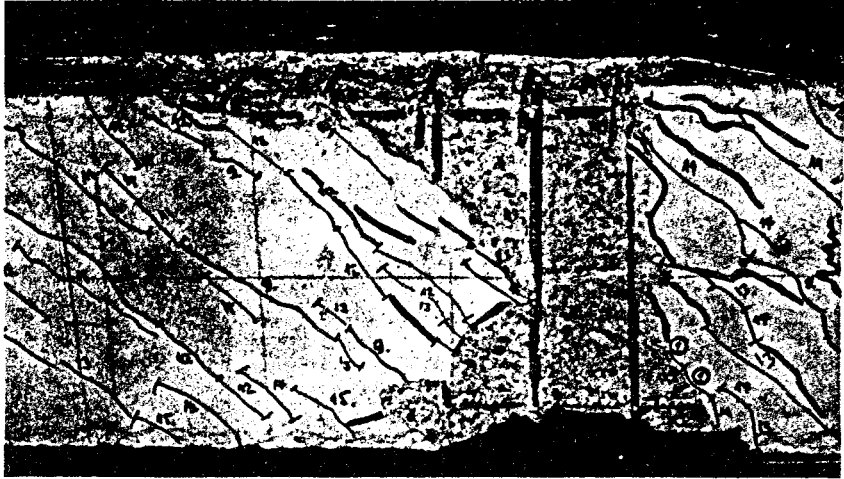


Bild 16



Bild 17

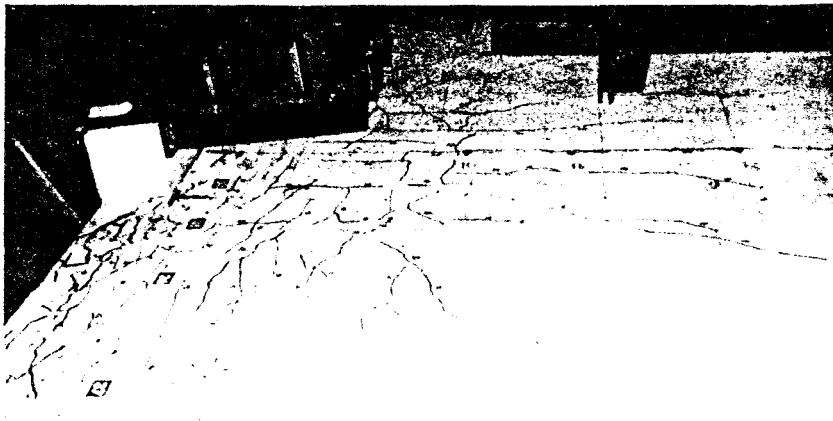


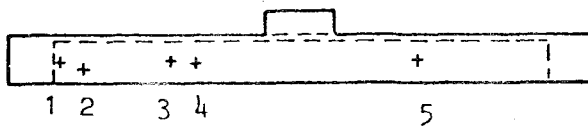
Bild 18

Tabelle 5

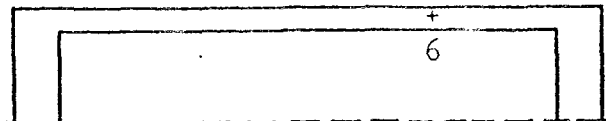
Last- stufe	Rißbreiten mm bei Riß Nr.					
	1	2	3	4	5	6
10	0,06	0,02	0,05	0,02	0,06	
11	0,10	0,17	0,10	0,08	0,15	
12	0,19	0,25	0,13	0,12	0,20	
13	0,20	0,30	0,21	0,12	0,25	0,30
14	0,29	0,35	0,30	0,19	0,27	0,38
0	0,06	0,09	0,09	0,05	0,06	0,12
14A	0,30	0,35	0,35	0,20	0,27	0,40
15	0,36	0,40	0,45	0,23	0,32	0,52

Lage der Risse nach Tabelle 5 (schematisch)

Ansicht



Untersicht



A n h a n g

TAFEL 1 - VERSUCH NR. 3, QUERSTREIFEN AM PLATTENANSCHNITT
(LASTSEITE)

LAST- STUFE	MESZSTELLENNR.									
	O BEN 1	UN TEN 2	O BEN 3	UN TEN 4	O BEN 5	UN TEN 6	O BEN 7	UN TEN 8	O BEN 9	UN TEN 10
	DEHNUNGEN IN 0/00									
1	0.000	-0.013	0.009	-0.013	0.013	-0.007	0.015	-0.021	0.010	-0.009
2	0.008	-0.026	0.029	-0.032	0.034	-0.028	0.034	-0.028	0.029	-0.029
3	0.030	-0.035	0.054	-0.045	0.065	-0.038	0.000	-0.027	0.056	-0.041
4	0.052	-0.036	0.090	-0.063	0.095	-0.050	0.103	-0.035	0.077	-0.065
5	0.069	-0.073	0.127	-0.094	0.146	-0.081	0.151	-0.057	0.091	-0.100
6	0.113	-0.081	0.188	-0.109	0.240	-0.093	0.207	-0.060	0.133	-0.107
7	0.154	-0.104	0.237	-0.140	0.354	-0.134	0.288	-0.093	0.163	-0.135
8	0.194	-0.128	0.293	-0.169	0.514	-0.172	0.390	-0.142	0.210	-0.162
9	0.241	-0.165	0.354	-0.212	0.793	-0.238	0.559	-0.182	0.270	-0.205
10 +)	0.311	-0.199	0.423	-0.252	1.053	-0.297	0.716	-0.239	0.342	-0.251
11	0.805	-0.369	1.329	-0.520	5.502	-0.673	5.502	-0.487	0.401	-0.512
12	1.329	-0.575	2.073	-0.856	5.502	-1.048	5.502	-0.804	0.684	-0.897
13	1.502	-0.692	2.554	-1.041	5.504	-1.317	5.503	-1.056	0.906	-1.195
14	1.619	-0.826	2.705	-1.138	5.502	-1.608	5.502	-1.365	1.047	-1.519

TAFEL 2 - VERSUCH NR. 3, LÄNGSSTREIFEN AM PLATTENANSCHNITT
(LASTSEITE)

LAST- STUFE	MESZSTELLENNR.							
	O BEN 23	UN TEN 24	O BEN 25	UN TEN 26	O BEN 27	UN TEN 28	O BEN 29	UN TEN 30
	DEHNUNGEN IN 0/00							
1	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.001	-0.005	-0.008
2	0.000	0.000	-0.004	0.000	0.000	0.003	-0.005	0.088
3	0.011	0.000	0.011	0.002	0.007	0.016	0.016	0.088
4	0.000	0.000	0.022	0.006	0.008	0.023	0.024	0.106
5	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.007	-0.004	0.014	0.041
6	0.002	0.003	-0.002	0.012	0.024	0.018	0.034	0.081
7	0.000	0.010	0.002	0.021	0.038	0.053	0.058	0.079
8	0.001	0.013	0.003	0.024	0.058	0.063	0.083	0.058
9	0.012	0.020	0.032	0.034	0.096	0.083	0.127	0.062
10	0.043	0.022	0.117	0.044	0.133	0.106	0.166	0.097
11 +)	0.491	0.047	0.613	0.454	0.654	0.375	0.482	0.200
12	0.949	0.163	5.526	1.016	1.010	0.896	0.679	0.681
13	1.161	0.720	5.527	1.338	1.256	1.056	0.753	1.025
14	1.348	5.503	5.525	1.684	1.466	0.918	0.852	1.329

+) Beginn der Reißbildung in der Gurtplatte

TAFEL 3 - VERSUCH NR. 3, MESZSTREIFEN AM PLATTENANSCHNIITT
(UNBELASTETE SEITE)

LAST- STUFE	MESZSTELLENR.									
	OBEN 31	UNTEN 32	OBEN 33	UNTEN 34	OBEN 11	UNTEN 12	OBEN 13	UNTEN 14	OBEN 15	UNTEN 16
	DEHNUNGEN IN 0/00									
1	0.000	0.000	-0.002	-0.004	-0.002	0.000	-0.004	-0.003	0.000	0.000
2	-0.004	0.000	0.000	-0.008	-0.003	0.000	0.004	-0.005	-0.002	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.009	0.005	0.000	0.003
4	0.000	0.000	0.000	-0.005	0.000	0.012	-0.015	0.003	0.000	0.008
5	-0.017	-0.016	-0.015	-0.020	-0.019	0.000	-0.029	0.000	-0.011	0.000
6	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.002	0.023	-0.011	0.010	0.000	0.016
7	0.000	0.000	0.000	0.005	-0.004	0.030	-0.008	0.015	-0.001	0.025
8	0.000	0.000	0.000	0.005	-0.014	0.034	0.004	0.010	-0.006	0.026
9	0.000	0.000	0.000	0.005	-0.003	0.045	-0.020	0.022	-0.005	0.036
10	0.000	0.000	0.000	0.005	-0.022	0.050	-0.026	0.025	-0.011	0.041
11	-0.017	-0.026	-0.018	0.005	-0.076	0.116	-0.070	0.066	-0.050	0.078
12	-0.035	-0.031	-0.029	-0.012	-0.173	0.353	-0.142	0.171	-0.118	0.197
13	-0.044	-0.032	-0.033	-0.015	-0.229	0.521	-0.187	0.298	-0.154	0.292
14	-0.089	-0.078	-0.076	-0.060	-0.323	0.657	-0.271	0.394	-0.233	0.350

TAFEL 4 - VERSUCH NR. 3, MESZSTREIFEN AM ANSCHNITT QUERTRAEGER

LAST- STUFE	MESZSTELLENR.									
	OBEN 17	UNTEN 18	OBEN 19	UNTEN 20	OBEN 21	UNTEN 22	OBEN 35	UNTEN 36	OBEN 37	UNTEN 38
	DEHNUNGEN IN 0/00									
1	0.000	0.000	-0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	-0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
3	0.000	0.009	0.011	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.008
4	0.000	0.014	0.005	0.005	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.013
5	0.000	0.015	-0.009	0.000	-0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003
6	-0.002	0.035	-0.013	0.015	0.000	0.017	0.009	0.005	0.009	0.020
7	-0.005	0.036	0.023	0.021	0.000	0.029	0.015	0.012	0.023	0.037
8	-0.013	0.040	0.024	0.000	-0.001	0.030	0.022	0.012	0.021	0.040
9	-0.013	0.061	0.047	0.032	0.000	0.040	0.025	0.000	0.026	0.042
10	-0.026	0.064	0.020	0.037	-0.008	0.041	0.000	0.010	0.033	0.038
11	-0.049	0.143	0.014	0.080	-0.035	0.074	0.024	0.003	0.017	0.034
12	-0.098	0.299	-0.028	0.145	-0.070	0.127	0.029	0.000	0.000	0.045
13	-0.116	0.421	-0.030	0.157	-0.072	0.148	0.042	0.000	0.042	0.055
14	-0.196	0.774	-0.051	0.134	-0.108	0.126	0.033	-0.024	0.004	0.024

TAFEL 5 - VERSUCH NR. 3, MESZSTREIFEN AM BUEGEL NR. 1

LAST- STUFE	MESZSTELLENR.						
	41	42	43	44	45	46	47
	DEHNUNGEN IN 0/00						
1	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.002	-0.001	0.000
2	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.002	0.000	-0.004
3	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	-0.003	-0.002
4	0.000	0.008	0.004	0.004	0.000	-0.009	-0.006
5	0.000	0.006	0.004	0.000	-0.009	-0.024	-0.019
6	0.010	0.027	0.012	0.015	-0.002	-0.019	-0.012
7	0.016	0.040	0.017	0.015	-0.006	-0.023	-0.016
8	0.033	0.056	0.024	0.024	-0.004	-0.026	-0.020
9	0.043	0.086	0.034	0.029	0.000	-0.042	-0.029
10	0.074	0.126	0.004	0.044	0.000	-0.050	-0.043
11	0.410	0.102	0.226	0.047	0.384	-0.124	-0.088
12	0.547	0.522	0.327	0.054	0.644	-0.096	-0.027
13	0.688	0.911	0.395	0.059	0.822	-0.065	0.021
14	0.792	1.105	0.456	0.050	1.044	0.000	0.135

TAFEL 6 - VERSUCH NR. 3, MESZSTREIFEN AM BUEGEL NR. 2

LAST- STUFE	MESZSTELLENR. +)					
	48	49	50	52	53	54
	DEHNUNGEN IN 0/00					
1	-0.002	0.000	0.000	-0.082	-0.004	-0.009
2	0.000	0.000	0.000	-0.082	-0.005	-0.013
3	0.000	0.000	0.000	-0.078	-0.006	0.006
4	0.000	0.004	0.002	-0.077	-0.005	-0.020
5	0.000	0.000	0.000	-0.085	-0.011	-0.029
6	0.003	0.017	0.010	-0.070	-0.003	-0.020
7	0.000	0.017	0.018	-0.071	-0.005	-0.020
8	0.007	0.029	0.028	-0.070	-0.010	-0.041
9	0.012	0.033	0.044	-0.061	0.000	-0.045
10	0.000	0.049	0.059	-0.053	-0.001	-0.046
11	0.294	0.328	0.154	-0.039	0.000	-0.122
12	0.517	0.444	0.428	0.692	0.000	0.006
13	0.759	0.565	0.572	0.974	0.124	0.129
14	1.013	0.651	0.679	1.200	0.231	0.252

+) Meßstelle 51 ist ausgefallen

TAFEL 7 - VERSUCH NR. 3, MESZSTREIFEN AM BUEGEL NR. 4

LAST- STUFE	MESZSTELLENR. +)					
	56	57	58	59	60	61
	DEHNUNGEN IN 0/00					
1	0.000	0.000	-0.002	0.000	-0.005	-0.007
2	0.000	0.000	0.000	-0.014	-0.008	-0.022
3	0.006	0.000	0.000	-0.015	-0.014	-0.005
4	0.017	0.009	0.000	-0.013	-0.017	-0.017
5	0.024	0.005	0.000	0.000	-0.032	-0.020
6	0.045	0.029	0.017	0.000	-0.025	-0.008
7	0.000	0.066	0.028	0.006	0.000	-0.012
8	0.079	0.075	0.042	0.013	-0.034	0.004
9	0.131	0.082	0.061	0.032	-0.053	0.069
10	0.203	0.080	0.066	0.041	-0.008	0.125
11	0.751	0.300	0.112	0.134	0.264	0.546
12	1.054	0.429	0.308	0.419	0.483	0.892
13	1.236	0.514	0.512	0.634	0.619	1.042
14	1.363	0.609	0.589	0.822	0.753	1.212

TAFEL 8 - VERSUCH NR. 3, MESZSTREIFEN AM BUEGEL NR. 5

LAST- STUFE	MESZSTELLENR.						
	62	63	64	65	66	67	68
	DEHNUNGEN IN 0/00						
1	-0.004	0.000	0.003	0.000	-0.011	-0.001	0.000
2	0.204	0.000	-0.008	0.000	0.019	-0.010	-0.003
3	0.101	0.003	-0.003	0.000	0.013	-0.007	-0.001
4	-0.053	0.005	0.001	0.014	0.022	-0.014	-0.002
5	-0.176	0.000	0.001	0.016	0.013	-0.026	-0.012
6	-0.181	0.014	0.017	0.039	0.022	-0.016	0.000
7	-0.215	0.014	0.026	0.063	0.034	-0.017	0.000
8	-0.213	0.000	0.037	0.080	0.042	-0.017	-0.004
9	-0.048	0.010	0.062	0.111	0.059	0.000	-0.033
10	0.012	0.006	0.091	0.172	0.076	0.000	-0.068
11	0.238	0.071	0.283	0.437	0.348	0.332	-0.067
12	0.426	0.326	0.527	0.616	0.810	0.789	0.107
13	0.549	0.533	0.680	0.647	1.123	1.115	0.585
14	0.669	0.667	0.756	0.695	1.419	1.381	0.797

+) Meßstelle 55 ist ausgefallen

TAFEL 9 - SETZDEHNUNGSMESSER AN DEN BUEGELN NR. 3 UND 6

LAST- STUFE	MESZSTRECKENNR. +)					
	AUSSEN 1	INNEN 4	AUSSEN 5	INNEN 8	OBEN 6	UNTEN 7
	DEHNUNGEN IN 0/00					
1	0.15	-0.15	0.00	0.00	0.15	0.00
2	0.25	*****	*****	0.20	0.10	-0.35
3	0.15	0.00	-0.05	0.10	0.05	-0.65
4	0.20	-0.05	0.00	*****	0.05	0.25
5	0.30	0.10	0.20	0.20	0.15	-0.25
6	*****	*****	0.50	0.55	0.15	-0.25
7	0.45	-0.15	0.00	0.20	0.05	-0.35
8	*****	-0.15	0.50	0.30	0.25	0.25
9	0.30	0.30	0.15	0.75	0.05	*****
10	0.35	-0.15	0.10	0.70	0.20	-0.75
11	1.30	0.50	0.75	2.00	1.30	-0.15
12	2.85	1.50	1.85	3.00	2.30	1.65
13	3.35	1.40	2.20	4.20	2.85	1.95
14	3.60	2.05	3.45	5.80	4.60	2.35

TAFEL 10 - SETZDEHNUNGSMESSER AN DEN LAENGSTAEUBEN
(AUFLAGERBEREICH)

LAST- STUFE	MESZSTRECKENNR. +)					
	OBEN AUSSEN		UNTEN AUSSEN		OBEN INNEN	
	9	10	11	12	15	16
DEHNUNGEN IN 0/00						
1	-0.05	*****	-0.55	0.50	0.00	0.15
2	0.10	*****	-0.50	0.95	0.20	0.25
3	0.10	-0.30	-0.40	0.40	*****	*****
4	0.50	*****	-0.50	0.80	0.15	0.15
5	0.10	*****	-0.45	*****	0.20	0.30
6	-0.05	*****	-0.40	0.80	0.15	0.10
7	-0.30	*****	-0.40	0.85	0.20	0.45
8	0.70	*****	0.10	*****	*****	0.35
9	*****	*****	-0.20	0.85	0.20	0.35
10	0.10	*****	-0.40	0.90	*****	*****
11	0.00	0.35	0.35	1.30	0.35	0.70
12	1.40	0.90	2.15	3.25	0.65	1.05
13	2.00	1.80	2.75	3.60	1.15	1.80
14	3.80	3.45	4.70	5.25	1.15	1.85

+) Die Meßstellen 2, 3, 13 und 14 können nicht ausgewertet werden.

TAFEL 11 - SETZDEHNUNGSMESSER AN DEN LAENGSSSTAE BEN
(LASTEINTRAGUNGSBEREICH)

LAST- STUFE	MESZSTRECKENNR. +)							
	MITTE AUSSEN		UNTEN INNEN		MITTE INNEN		OBEN INNEN	
	19	20	24	23	26	25	27	28
	DEHNUNGEN IN 0/00							
1	3.50	0.30	0.00	0.00	-0.25	-0.25	0.10	0.00
2	1.60	-1.00	-0.10	0.20	-0.65	-0.25	0.35	0.30
3	4.10	0.15	0.05	0.10	-1.10	-0.10	0.80	0.00
4	2.85	0.40	0.30	0.15	-0.85	-0.25	0.20	0.80
5	2.80	1.20	0.60	0.65	-0.75	-0.10	0.25	0.10
6	2.55	0.20	0.15	0.15	-0.60	-0.90	0.20	0.05
7	2.65	0.70	0.35	0.55	-0.75	-0.65	0.30	0.00
8	3.40	0.55	0.25	0.50	-0.90	0.95	*****	*****
9	2.60	-0.20	0.50	0.20	-0.60	-0.40	0.25	*****
10	2.50	0.10	0.80	-0.25	-1.35	-0.25	0.35	0.10
11	4.90	0.50	2.25	1.40	-0.30	0.55	1.30	1.00
12	3.40	1.25	*****	2.40	0.25	2.80	2.15	2.00
13	3.10	1.85	4.00	4.85	1.65	2.65	2.75	2.90
14	4.20	2.95	5.30	4.80	2.35	3.35	3.50	3.90

TAFEL 12 - SETZDEHNUNGSMESSER AN DER PLATTENBEWEHRUNG

LAST- STUFE	MESZSTRECKENNR. +)							
	29	30	31	32	35	36	37	38
	DEHNUNGEN IN 0/00							
1	0.20	0.10	0.20	0.25	0.15	0.65	0.00	0.05
2	0.20	0.20	0.35	0.30	0.35	0.80	0.15	0.10
3	0.00	0.20	0.25	0.30	0.35	0.80	0.15	0.20
4	0.30	0.20	0.30	0.30	0.45	0.90	0.25	0.20
5	0.40	0.40	0.45	0.55	0.50	0.95	0.20	0.20
6	0.25	0.35	0.45	0.65	0.75	1.10	0.40	0.35
7	0.50	0.65	0.80	1.00	1.00	1.35	0.50	0.40
8	0.35	0.55	0.85	1.25	1.50	1.70	0.90	0.95
9	0.60	0.75	1.15	1.40	1.45	1.45	0.40	0.30
10	0.65	0.70	1.00	1.65	1.70	1.70	0.50	0.45
11	1.70	2.60	3.90	4.55	4.80	4.40	1.90	0.90
12	3.25	4.45	6.20	6.20	7.30	6.90	3.45	2.05
13	4.10	5.50	7.45	8.20	9.05	8.30	4.75	2.90
14	4.80	6.65	8.10	8.90	10.00	9.20	5.50	3.40

+) Die Meßstellen 17, 18, 21, 22 und 34 können nicht ausgewertet werden.

TAFEL 13 - VERSUCH NR. 3, HORIZONTALVERSCHIEBUNGEN

LAST- STUFE	MESZSTELLENR. +)				
	2	3	4	5	6
	VERSCHIEBUNGEN IN MM				
1	-0.001	0.018	0.054	0.110	0.012
2	0.012	0.051	0.126	0.231	0.037
3	0.040	0.091	0.212	0.362	0.077
4	0.053	0.131	0.301	0.496	0.106
5	0.084	0.180	0.400	0.645	0.140
6	0.100	0.219	0.500	0.805	0.165
7	0.119	0.273	0.608	0.999	0.196
8	0.137	0.318	0.729	1.204	0.261
9	0.160	0.377	0.908	1.528	0.290
10	0.194	0.449	1.117	1.906	0.360
11	0.318	0.882	2.614	4.501	0.731

+) Die Meßstellen 1, 7, 8 und 9 dienten nur der Eliminierung der Starrkörper-Verschiebung; die obigen Werte sind bereits ausgeglichen.

TAFEL 14 - VERSUCH NR. 3, DURCHBIEGUNGEN

LAST- STUFE	MESZSTELLENR. ++)			
	10	11	12	13
	DURCHBIEGUNGEN IN MM			
1	0.095	0.005	0.060	-0.080
2	0.170	0.165	0.120	-0.165
3	0.245	0.240	0.160	-0.245
4	0.320	0.305	0.205	-0.325
5	0.400	0.380	0.250	-0.410
6	0.475	0.440	0.280	-0.495
7	0.565	0.510	0.320	-0.580
8	0.665	0.590	0.365	-0.680
9	0.810	0.695	0.420	-0.795
10	1.005	0.820	0.470	-0.975
11	2.635	1.925	1.005	-2.300
12	5.735	4.200	2.305	-4.770
13	8.210	5.915	3.260	-6.545
14	13.070	11.080	8.940	-11.820

++) Meßstelle 13 liegt unter 11 (Bild 6)

